

THESIS

MARBURG

1968

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten  
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. hab. Hans Heuser

# **In-vitro-Untersuchungen über die Löslichkeitsreduktion menschlichen Zahnschmelzes nach mehrmaliger Touchierung mit Fluor-Lack**

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Zahnheilkunde  
der hohen Medizinischen Fakultät  
der Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von  
**KURT / AMENT**  
aus Lichtenfels/Ofr.

Marburg 1968







Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten  
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. hab. Hans Heuser

# **In-vitro-Untersuchungen über die Löslichkeitsreduktion menschlichen Zahnschmelzes nach mehrmaliger Touchierung mit Fluor-Lack**

**INAUGURAL-DISSERTATION**  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Zahnheilkunde  
der hohen Medizinischen Fakultät  
der Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von  
**KURT AMENT**  
aus Lichtenfels/Ofr.

Marburg 1968

Angenommen von der Medizinischen Fakultät  
der Universität Marburg am 21. November 1968  
gedruckt mit Genehmigung der Fakultät  
Dekan : Prof. Dr. med. W. Straub  
Referent : Prof. Dr. med. Dr. med. dent. habil. H. Heuser  
Correferent: Prof. Dr. med. W. Schmid

druck KURT URLAUB offsetdruckerei bamberg

Meiner Frau in Dankbarkeit gewidmet



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA40153508\\_0115](https://archive.org/details/IA40153508_0115)

## Inhaltsverzeichnis

In-vitro-Untersuchungen über die Löslichkeitsreduktion  
menschlichen Zahnschmelzes nach mehrmaliger Touchierung  
mit Fluor-Lack

|                                                                            | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|
| Einleitung : Karies und Kariesprophylaxe                                   | 1     |
| Hauptteil : 1. Die Methode der Touchierung<br>des Schmelzes mit Fluor-Lack | 4     |
| 2. Die Untersuchungsmethode                                                | 7     |
| a) Auswahl und Vorbehand-<br>lung der Versuchszähne                        | 7     |
| b) Chemisch-analytische Be-<br>stimmung der Schmelzlös-<br>lichkeit        | 9     |
| c) Statistische Auswertung<br>und Signifikanzberechnung                    | 12    |
| 3. Die Untersuchungsergebnisse                                             | 17    |
| 4. Diskussion der Untersuchungs-<br>ergebnisse                             | 25    |
| Schluß : 1. Zusammenfassung                                                | 28    |
| 2. Literaturverzeichnis                                                    | 30    |



# E i n l e i t u n g

## Karies und Kariesprophylaxe

Von großer Bedeutung für die Kariesprophylaxe ist die praktische Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse über das Fluor als karieshemmendes Element. So wies der deutsche Arzt Dr. ERHARDT im Jahre 1875 erstmals auf die Möglichkeit hin, durch Fluor den Zahn zu härten und somit gegen die Karies resistenter zu machen.

Ein halbes Jahrhundert später wiesen DEAN u.a. nach, daß in den Gegenden der USA mit fluoridhaltigem Trinkwasser der Kariesbefall erheblich niedriger ist. Aufgrund dieser Erkenntnisse hat man in den Vereinigten Staaten seit Ende des 2. Weltkrieges in zunehmendem Maße das Trinkwasser fluoridiert. Hierbei wird der Fluorgehalt des Trinkwassers auf 1 mg Fluor pro Liter erhöht. Dieser Zusatz hat sich als gesundheitlich unschädlich, dabei aber als für die Kariesprophylaxe sehr wirksam erwiesen (Kariesreduktion bis 50 %).

Während in den USA auf diese Weise heute über 60 Millionen Menschen in den Genuß dieser Trinkwasserfluoridierung kommen, gibt es in der Bundesrepublik Deutschland bisher nur in einem Stadtbezirk von Kassel eine derartige Trinkwasserfluoridierungsanlage. Nach HEUSER, HOFFMANN, STEIN u.a. zeichnen sich auch hier Erfolge ab.

Auf eine weitere interne Zuführung von Fluor auf individueller Basis in Form von Fluortabletten sei hier hingewiesen. Nach HEUSER, KESSLER, LEONHARDT u.a. wird dadurch die Kariesfrequenz um ca. 30 % reduziert.

Immer größere Bedeutung scheint die lokale Fluorapplikation als individuelle Methode zu erlangen. Hier sei auf die in zunehmendem Maße auf dem Markt angebotenen fluoridhaltigen

Zahnpasten hingewiesen. Nach MARTHALER ist mit aminfluoridhaltigen Zahnpasten eine etwa 30 %ige Verminderung des Kariesbefalls zu erreichen.

In Schweden wurde nach TORELL bei 35000 Schulkindern durch alle 14 Tage wiederholte Mundspülung mit 0,2 %iger Natriumfluoridlösung in dreijähriger Versuchszeit ein Rückgang der Zahl der pro Person und Jahr notwendigen Füllungen von durchschnittlich 4,7 auf 2,9 erreicht.

Ein besonders für die Anwendung durch den Zahnarzt geeignetes Verfahren, Fluorid örtlich auf die Zähne einwirken zu lassen, ist die Methode der Touchierung mit Fluoridpräparaten.

Bei ersten Versuchen in den USA durch KNUDSON, ARMSTRONG und BIBBY in den Jahren 1942 bis 1944 wurde nach gründlicher Reinigung und Trockenlegung der Zähne mit Natriumfluoridlösung (2 %) touchiert. Die Lösung ließ man einige Minuten einwirken und nach jeweils etwa einer Woche wurde der ganze Vorgang wiederholt - insgesamt dreimal - wobei im Wiederholungsfall auf die eingehende Zahnreinigung verzichtet werden konnte. Der Effekt war eine Kariesreduktion von 30 bis 40 %.

HEUSER und KESSLER sowie SCHÜTZMANNKY und WANNENMACHER erzielten mit 2 %iger Natriumfluoridlösung bei Kindern in Deutschland den gleichen kariesinhibierenden Effekt. Die beiden erstgenannten Autoren konnten darüberhinaus eine weitere Steigerung der Kariesreduktion erreichen, indem sie zusätzlich zur Touchierung eine ammoniumionhaltige Zahnpaste zur Anwendung brachten.

Mit 8 %iger wässriger Zinnfluoridlösung steigerten MUHLER u.a. die kariesreduzierende Wirkung bei fluoridiertem Trinkwasser. Ebenso gelang diesen Autoren der bemerkens-

werte Nachweis, daß eine wässrige 8 %ige Zinn-II-Fluoridlösung bezüglich der Herabsetzung der Schmelzlöslichkeit wirksamer ist als eine 2 %ige Natriumfluoridlösung.

Bei der Touchierung beruht die Wirkung des Fluors auf der Reaktion des Schmelzes mit relativ hochkonzentrierten Fluoridlösungen, wobei wahrscheinlich Fluor-Hydroxyl-Apatit gebildet wird. Bei diesem zum Teil über Zwischenprodukte ( $\text{CaF}_2$ ) ablaufenden Vorgang werden im Hydroxylapatitgitter OH-Ionen durch F-Ionen ersetzt (KNAPPWOST, PERDOK u.a.). Hierdurch wird die Schmelzlöslichkeit vermindert, darüber hinaus werden reparatorische Vorgänge - in Form von Deckschichtenbildung nach HEUSER und KNAPPWOST - gefördert.

## H a u p t t e i l

In-vitro-Untersuchungen über die Löslichkeitsreduktion menschlichen Zahnschmelzes nach mehrmaliger Touchierung mit Fluor-Lack.

### 1. Die Methode der Touchierung des Schmelzes mit Fluor-Lack

Für die Wirkung auf den Zahnschmelz sind sowohl die chemische Zusammensetzung als auch die Konzentration der verwendeten Fluoridlösung von Bedeutung. Ein weiterer, entscheidend wichtiger Faktor ist die Zeit der Einwirkung (BREITNER, ZWEMER u.a.).

Im Rahmen der Teamarbeit an der Marburger Klinik wies H.F.M. SCHMIDT mit dem Ätz-Färbe-Verfahren im Auflicht- und Durchlichtmikroskop nach, daß am gesunden Schmelz bei einer Fluoridierungszeit von einigen Minuten eine Tiefenwirkung praktisch nicht eintritt, während die über eine Reihe von Stunden anhaltende Einwirkung eine Tiefenwirkung von etwa einem zehntel Millimeter zur Folge hat.

Es erscheint daher sinnvoll, Methoden anzuwenden, die im Gegensatz zu der nur kurz wirkenden Touchierung mit wässrigen Fluoridlösungen eine lang anhaltende Fluoridierung des Schmelzes gewährleisten.

Eine langanhaltende und zugleich intensive Fluoridierung ist in der Mundhöhle gegenwärtig nur mit der von H.F.M. SCHMIDT an der Universitäts-Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten in Marburg entwickelten Methode der Touchierung der Zähne mit Fluor-Lack zu erreichen. Bei dem für die hier vorliegenden Versuche verwendeten Fluor-Lack handelt es sich um einen Kunststoff-

lack mit einer Fluorkonzentration von etwa 2 % in Form von Natriumfluorid. Der Lack ist angefärbt, um bei der praktischen Anwendung die Übersicht über die bereits touchierten Zähne zu erleichtern. Für seine praktische Verwendung ist auch die kurze Trockenzeit von etwa einer Minute von Bedeutung.

Die Anwendung erfolgt in Anlehnung an die mit wässrigen Fluoridierungsmitteln (KNUDSON, JORDAN u.a.) üblichen Applikationsmethoden folgendermaßen:

1. Reinigen der Zähne mit Bimssteinpulver oder Zahnreinigungspaste und Trockenlegen der Zähne,
2. Auftragen des Fluorlackes mittels Wattebausch und antrocknen lassen.

Zu beachten ist, daß nach Applikation des Lackes, die zweckmäßigerweise am Nachmittag oder Abend erfolgt, die Zähne am gleichen Tage nicht mehr geputzt werden dürfen; desgleichen ist ein vorzeitiges Abreißen der Lackschicht durch Kauen zu vermeiden. Breiige Kost zerstört die Lackschicht nicht. Bis zum Frühstück am anderen Morgen wird somit eine Haftdauer von 12 Stunden und mehr erreicht, während der der Lack wie ein Fluorionen-Depot wirkt. In den dem Zahn zugewandten Schichten des Fluor-Lackes entsteht durch Wasseraufnahme eine gesättigte Natriumfluoridlösung, während gleichzeitig die äußeren Lackregionen das Abwandern der Fluorionen aus tieferen Schichten in die Mundhöhle hemmen. Die Fluorionen reagieren nun über eine Reihe von Stunden mit dem Schmelz. Die Fluoridierungswirkung ist dabei so stark wie die Wirkung einer stundenlangen ununterbrochenen Touchierung mit einer 2 %igen wässrigen Natriumfluoridlösung. Als besonderer Vorteil erweist sich, daß der aufgetragene Lack von den konvexen Abschnitten des Zahnes wegfließt und an den konkaven Stellen auf diese Weise eine dickere Schicht bildet. An den Prädispositionsstellen der Karies, nämlich den Fissuren, an Sprüngen, Füllungsrandern,

Kontaktpunkten sowie an kariösen Schmelzstellen erfolgt somit eine besondere "Härtung", teilweise bis in die Nähe der Schmelz-Dentin-Grenze.

HEUSER und SCHMIDT konnten im Tierversuch mit Albinoratten nach einmaliger Touchierung an den Hauptprädispositionsstellen, den Fissuren, eine Kariesreduktion von 67 % und nach zweimaliger Touchierung von 70 % feststellen.

Es sei noch besonders auf die Ergebnisse der Dissertationen von RICKEN und NEUMANN hingewiesen. Beide haben an der hiesigen Universitätsklinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten klinische Untersuchungen mit Fluor-Lack an Erwachsenen durchgeführt. Das Hauptergebnis beider Versuchsreihen besteht darin, daß auch bei Erwachsenen bereits eine einmalige Touchierung mit Fluor-Lack eine signifikante kariesprophylaktische Wirkung zur Folge hat. Die Wiederholung der Touchierung nach einer Woche brachte eine weitere Steigerung der Kariesreduktion. Der Unterschied zwischen einmaliger und zweimaliger Touchierung war jedoch nicht signifikant.

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit bestand daher darin, durch in-vitro-Versuche festzustellen, ob und in welchem Ausmaß die Schutzwirkung durch den Fluor-Lack mit Hilfe von Wiederholungstouchierungen gesteigert werden kann.

## 2. Die Untersuchungsmethode

Da nach der fast allgemein anerkannten Kariestheorie von MILLER die Zerstörung der Zahnhartsubstanzen in der Hauptsache durch Gärungssäuren bewirkt wird, kommt zur Beurteilung eines kariesprophylaktischen Mittels durch in-vitro-Versuche vorwiegend die erzielte Verminderung der Säurelöslichkeit des Zahnschmelzes in Betracht.

So verwendeten z.B. HEUSER und WIEGELMANN eine Methode zur Bestimmung der Reduktion der Säurelöslichkeit bei fluoridiertem Zahnschmelz, indem sie kleine Schmelzwürfel der Einwirkung 60 %iger Salpetersäure aussetzten: Nach intensiver Fluoridierung wurden diese in rund 87 Minuten aufgelöst, nicht fluoridierte Würfel gleicher Größe aber bereits nach 47 Minuten.

### a) Auswahl und Vorbehandlung der Versuchszähne

Für unsere Untersuchung benutzten wir möglichst ebene Abschnitte von 92 permanenten menschlichen Zähnen ohne nachweisbare Schmelzveränderungen.

Nach gründlicher Reinigung mit Bimssteinpulverbrei schnitten wir die Wurzeln in Höhe des Zahnhalses mit einer rotierenden Scheibe ab.

Nun wurden die Zähne mit Fluor-Lack touchiert. Dabei trugen wir den rotgefärbten Kunststofflack mit einem Wattebausch durch einmaliges gleichmäßiges Bestreichen auf die Zähne auf. Der Lack war nach etwa einer Minute getrocknet. Die Zähne wurden dann in einer Glasschale mit destilliertem Wasser, dem etwas Schlammkreide zugesetzt war, im Brutschrank bei 37° C für 16 Stunden gelagert. Der Zusatz der Schlammkreide hatte den Zweck, die in Lösung gegangenen Fluorionen - ähnlich wie bei

der Reaktion der Kalziumionen des Speichels in der Mundhöhle - aufzufangen. Die Einwirkungszeit des Fluor-Lackes von 16 Stunden wurde deshalb erwähnt, weil nach der Dissertation von BAUMGARTEN nach 16 Stunden eine optimale Wirkung bei einmaliger Touchierung erreicht wird und danach die Wirkung des Fluor-Lackes praktisch erschöpft ist. Nach Ablauf der 16 Stunden entfernten wir den Lack mit Chloroform restlos und wässerten die Zähne anschließend 10 Minuten lang. Von den insgesamt 92 Versuchszähnen touchierten wir 32 in derselben Weise ein zweites und 30 ein drittes Mal.

Auch hierbei ließen wir den Fluor-Lack jedesmal 16 Stunden einwirken.

Um an allen Zähnen möglichst gleichgroße Abschnitte der Schmelzoberfläche für die weitere Behandlung der Zähne zu erhalten, gingen wir folgendermaßen vor:

- (1) Mit einer modifizierten anatomischen Pinzette wurde eine Gummischeibe von etwa 4 mm Durchmesser auf die mit Fluor-Lack vorbehandelte Fläche des Zahnes gehalten;
- (2) mit dem Wachsmesser trugen wir dann geschmolzenes Blauwachs rings um die Gummiplatte auf den Zahn auf;
- (3) wir befestigten nun einen numerierten, ca. 15 cm langen Edelstahldraht mit Klebewachs im Pulpenkavum und überzogen anschließend die restlichen Zahnflächen ebenfalls mit Blauwachs;
- (4) mit einer zahnärztlichen Sonde wurde daraufhin die Gummiplatte entfernt. Diese ließ somit an allen derart behandelten Zähnen eine kreisrunde Schmelzoberfläche von etwa 4 mm Durchmesser frei.

b) Chemisch-analytische Bestimmung der Schmelzlöslichkeit

Zur Bestimmung der Schmelzlöslichkeit wendeten wir die quantitative Phosphatbestimmung mit der Molybdän-Blau-Reaktion an, die früher schon von MÜHLEMANN, SCHMIDT, BAUMGARTEN u.a. zur Bestimmung der Schmelzlöslichkeit benutzt wurde.

Wir brachten jedes der vorbereiteten, an den Stahldrähten befestigten Präparate in ein 50-ml-Meßkölbchen, das 10 ml 0,5 %ige Milchsäure von 22° C enthielt. Unter ständigem Schütteln wurden die Zähne zwei Minuten in den Meßkölbchen belassen, dann herausgenommen und in einem Glas mit destilliertem Wasser bis zur weiteren Verwendung gelagert. Bei dieser Milchsäurebehandlung gingen entsprechend der Vorbehandlung unterschiedliche Mengen Schmelz in Lösung. Als Maß für den abgetragenen Schmelz diente die Menge des in Lösung gegangenen Phosphats. Zur Erfassung des Phosphats benutzten wir die schon oben erwähnte Molybdän-Blau-Reaktion. Dabei waren die Größe des Wachsfensters, die Konzentration der Milchsäure und die Ätzzeit so aufeinander abgestimmt, daß die gelösten Phosphatmengen stets eine kolorimetrisch gut meßbare Blaufärbung ergaben.

Die Bestimmung des Phosphatgehaltes in den Kölbchen geschah folgendermaßen:

Wir gaben zu den 10 ml Milchsäure und der darin gelösten Phosphatmenge in jeden Kolben in analysenreiner Form

1 ml konz. Schwefelsäure (95 %),

1 ml Ammoniummolybdat (6,5%) und

1 ml Ascorbinsäure (2 %).

Danach füllten wir bis unter die 50-ml-Strichmarke auf und erwärmten zur Beschleunigung der Reaktion 4 Minuten in einem siedenden Wasserbad.

In dem saueren Milieu bildete sich Phosphormolybdatssäure, die durch Ascorbinsäure zu Molybdän-Blau reduziert wurde. Nach einer Abkühlzeit von 20 Minuten füllten wir dann die Rundkolben mit destilliertem Wasser bis zur 50-ml-Marke auf und bestimmten den Phosphatgehalt in einem LANGE-Kolorimeter. Die auf der Skala abgelesenen Extinktionswerte konnten direkt als Maß für das in Lösung gegangene Phosphat und damit auch als Maß für den in Lösung gegangenen Schmelz verwendet werden, da die Extinktionskurve im Bereich der gemessenen Phosphatwerte linear verläuft und der Phosphatanteil des Schmelzes annähernd konstant ist (BRUDEVOLD).

Da bei dieser Untersuchung auch die Resistenz des Schmelzes nach verschiedenen langer Säureeinwirkung von Interesse war, unterwarfen wir alle Zähne der drei Testserien zwischen den Löslichkeitstesten einer oder mehreren Ätzungen von 7,5 bzw. 15 Minuten Dauer, für die wir 22,5 %ige Milchsäure benutzten.

Diese Milchsäureätzung geschah folgendermaßen:

Auf die heizbare Platte eines Magnetrührgerätes wurde ein mit Wasser von 37° C gefülltes Glas gestellt. Die Heizung regulierten wir so ein, daß sie während der Ätzzeit das Wasser auf 37° C hielt. Die Temperatur wurde ständig mit einem Thermometer überwacht. In das Wasser stellten wir dann ein Zylinderglas mit 20 ml 22,5 %iger Milchsäure, in das ein Rührmagnet gelegt wurde. Die an den mit 1 - 4 numerierten Edelstahldrähten befestigten Versuchspräparate hängten wir nun mittels einer Drahtvorrichtung so in das Zylinderglas, d.h. in die 10 ml Milchsäure, daß sie etwa 1,5 cm über dem Rührmagneten hingen. Die Präparate wurden auf diese Weise während der ganzen Dauer der Ätzung von der Milchsäure gleichmäßig umspült. Anschließend reinigten wir die Zähne 5 Minuten lang unter fließendem Wasser.

Die Zähne jeder Serie ätzten wir auf diese Weise beim

|        |          |      |              |                     |     |           |
|--------|----------|------|--------------|---------------------|-----|-----------|
| 1. Mal |          |      |              |                     |     | 7,5 Min., |
| 2. Mal | nochmals | 7,5, | entsprechend | einer Gesamtätzzeit | von | 15 Min.,  |
| 3. Mal | "        | 15,  | "            | "                   | "   | 30 " ,    |
| 4. Mal | "        | 15,  | "            | "                   | "   | 45 " ,    |
| 5. Mal | "        | 15,  | "            | "                   | "   | 60 " .    |

Vor der ersten Ätzung, nach jeder weiteren Ätzung mit der 22,5 %igen Milchsäurelösung und nach der letzten Zwischenätzung führten wir, wie bereits erwähnt wurde, in der zuvor geschilderten Weise mit 0,5 %iger Milchsäure einen Löslichkeitstest durch, so daß bei jeder der 3 Serien (1malige, 2malige und 3malige Touchierung) für jeden Zahn insgesamt 6 Phosphatwerte zur Verfügung standen.

Nach BAUMGARTEN wird bei den Löslichkeitstests selbst Phosphat nur in so geringen Mengen - 10 bis 55 gamma - abgetragen, daß diese gegenüber den Zwischenätzungen vernachlässigt werden können. Zu erwähnen ist noch, daß bei den gleichzeitig an jeweils 4 Zähnen durchgeführten Tests Präparate aus allen 3 Serien verwendet wurden, um zu verhindern, daß sich evtl. Versuchsfehler einseitig auf eine Serie auswirkten.

c) Statistische Auswertung und Signifikanzberechnung

Aus den ermittelten einzelnen Meßwerten (siehe die später - Seiten 12, 13 und 14 - aufgeführten Tabellen) wurden zunächst für jede Versuchsgruppe die Mittelwerte errechnet nach der Formel

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} ,$$

wobei  $\bar{x}$  den Mittelwert,  $\sum x$  die Summe der Einzelwerte und N die Anzahl der Versuchspräparate, d.h. die Anzahl der Einzelwerte bedeuten.

Anschließend wurde die Standardabweichung, d.h. die Streuung der Versuchswerte (Einzelwerte) nach der Formel

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

berechnet, wobei: s = Standardabweichung (Streuung) der Einzelmeßwerte,  $x - \bar{x}$  = Differenz des Einzelmeßwertes des jeweiligen Zahnes vom dazugehörigen Mittelwert, somit  $\sum (x - \bar{x})^2$  = Summe der Quadrate aus den Differenzen zwischen Einzel- und Mittelwert.

Aus dem Ergebnis dieser Berechnung ermittelten wir dann die Standardabweichung der Mittelwerte nach der Formel

$$s_m = \frac{s}{\sqrt{N}} .$$

Die Frage, ob sich die der gleichen Ätzzeit entsprechenden Mittelwerte von zwei Serien signifikant oder nur auf Grund der Streuung unterscheiden, ob also ein echter Unterschied angenommen werden kann, klärten wir anschließend durch den t-Test nach der Formel

$$t = \frac{d}{s_d} ,$$

wobei

$$s_d = \sqrt{s_{m1}^2 + s_{m2}^2}$$

Hierbei ist:

$d$  = Differenz der jeweils verglichenen Mittelwerte,

$s_d$  = Standardabweichung der Differenz der verglichenen Mittelwerte,

$s_{m1}$  bzw.  $s_{m2}$  = Standardabweichungen der beiden Mittelwerte.

Anhand der Tabelle für den t-Test erfolgte schließlich die Bestimmung der Irrtumswahrscheinlichkeit  $P$  entsprechend dem für den Vergleich der jeweiligen Serien errechneten Freiheitsgrad.

$\text{Freiheitsgrad} = (N_1 - 1) + (N_2 - 1).$

T a b e l l e 1 :

1-malige Touchierung mit Fluor-Lack und anschließende Lagerung (Einwirkungszeit) von 16 Stunden (N = 30)

| Präp.<br>Nr.  | EXTINKTION bei 37° C und einer Ätzzeit von |         |        |        |        |        |
|---------------|--------------------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
|               | 0 Min                                      | 7,5 Min | 15 Min | 30 Min | 45 Min | 60 Min |
| 1             | 55                                         | 120     | 180    | 95     | 150    | 240    |
| 2             | 90                                         | 170     | 190    | 260    | 280    | 195    |
| 3             | 80                                         | 200     | 210    | 210    | 220    | 230    |
| 4             | 65                                         | 210     | 210    | 290    | 310    | 315    |
| 5             | 75                                         | 210     | 220    | 170    | 160    | 205    |
| 6             | 85                                         | 220     | 220    | 280    | 280    | 280    |
| 7             | 110                                        | 220     | 290    | 310    | 270    | 285    |
| 8             | 115                                        | 170     | 235    | 290    | 290    | 300    |
| 9             | 75                                         | 190     | 240    | 280    | 220    | 235    |
| 10            | 100                                        | 210     | 320    | 280    | 140    | 270    |
| 11            | 130                                        | 270     | 190    | 240    | 260    | 275    |
| 12            | 95                                         | 220     | 220    | 270    | 260    | 245    |
| 13            | 65                                         | 145     | 155    | 205    | 220    | 240    |
| 14            | 125                                        | 100     | 130    | 255    | 235    | 265    |
| 15            | 100                                        | 105     | 190    | 190    | 145    | 175    |
| 16            | 130                                        | 290     | 200    | 230    | 270    | 285    |
| 17            | 60                                         | 140     | 220    | 220    | 280    | 295    |
| 18            | 120                                        | 200     | 220    | 250    | 275    | 285    |
| 19            | 60                                         | 90      | 70     | 150    | 210    | 230    |
| 20            | 90                                         | 170     | 40     | 95     | 280    | 295    |
| 21            | 80                                         | 190     | 230    | 245    | 275    | 295    |
| 22            | 110                                        | 230     | 235    | 355    | 400    | ---    |
| 23            | 70                                         | 235     | 240    | 240    | 255    | 265    |
| 24            | 110                                        | 190     | 260    | 270    | 375    | 685    |
| 25            | 85                                         | 150     | 210    | 210    | 240    | 255    |
| 26            | 60                                         | 250     | 310    | 355    | 360    | 680    |
| 27            | 105                                        | 250     | 280    | 315    | 270    | 310    |
| 28            | 75                                         | 150     | 180    | 225    | 265    | 290    |
| 29            | 80                                         | 165     | 175    | 220    | 205    | 255    |
| 30            | 85                                         | 190     | 230    | 250    | 230    | 245    |
| $\sum x_1$ :  | 2685                                       | 5650    | 6300   | 7255   | 7630   | 8425   |
| $\bar{x}_1$ : | 90                                         | 188     | 210    | 242    | 254    | 291    |
| $s_{m1}$ :    | 4,04                                       | 9,03    | 10,48  | 11,30  | 11,22  | 21,15  |

N = Anzahl der Versuchszähne (= Einzelmeßwert);  $\sum x_1$  = Summe der Einzelmeßwerte.

$\bar{x}_1$  = Mittelwert;  $s_{m1}$  = Standardabweichung des Mittelwertes  $\bar{x}_1$

T a b e l l e 2 :

2-malige Touchierung mit Fluor-Lack und anschließende Lagerung (Einwirkungszeit) von jeweils 16 Stunden (Gesamteinwirkungszeit: 2 x 16 Stunden; N = 32)

| Präp.<br>Nr. | EXTINKTION bei 37° C und einer Ätzzeit von |         |        |        |        |        |
|--------------|--------------------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
|              | 0 Min                                      | 7,5 Min | 15 Min | 30 Min | 45 Min | 60 Min |
| 1            | 65                                         | 145     | 155    | 170    | 180    | 225    |
| 2            | 85                                         | 190     | 175    | 225    | 240    | 245    |
| 3            | 70                                         | 100     | 175    | 245    | 150    | 195    |
| 4            | 50                                         | 100     | 110    | 250    | 120    | 420    |
| 5            | 80                                         | 65      | 195    | 180    | 255    | 255    |
| 6            | 90                                         | 165     | 180    | 95     | 180    | 220    |
| 7            | 95                                         | 165     | 70     | 180    | 220    | 225    |
| 8            | 75                                         | 190     | 160    | 170    | 450    | 230    |
| 9            | 100                                        | 155     | 190    | 235    | 245    | 255    |
| 10           | 80                                         | 160     | 195    | 235    | 245    | 255    |
| 11           | 50                                         | 175     | 180    | 440    | 220    | 225    |
| 12           | 110                                        | 160     | 185    | 175    | 255    | 260    |
| 13           | 100                                        | 205     | 190    | 225    | 255    | 260    |
| 14           | 50                                         | 185     | 110    | 370    | 220    | 170    |
| 15           | 80                                         | 180     | 225    | 360    | 195    | 225    |
| 16           | 45                                         | 190     | 215    | 215    | 225    | 230    |
| 17           | 85                                         | 185     | 220    | 205    | 220    | 225    |
| 18           | 70                                         | 115     | 215    | 220    | 235    | 235    |
| 19           | 85                                         | 120     | 190    | 235    | 250    | 250    |
| 20           | 95                                         | 140     | 225    | 240    | 255    | 255    |
| 21           | 75                                         | 150     | 190    | 195    | 220    | 225    |
| 22           | 105                                        | 195     | 265    | 250    | 385    | 405    |
| 23           | 75                                         | 185     | 230    | 215    | 350    | 355    |
| 24           | 65                                         | 165     | 215    | 220    | 255    | 260    |
| 25           | 85                                         | 160     | 225    | 225    | 230    | 235    |
| 26           | 80                                         | 145     | 175    | 180    | 255    | 255    |
| 27           | 65                                         | 180     | 195    | 185    | 195    | 225    |
| 28           | 75                                         | 180     | 190    | 195    | 205    | 225    |
| 29           | 60                                         | 140     | 175    | 200    | 220    | 395    |
| 30           | 85                                         | 175     | 205    | 235    | 250    | 255    |
| 31           | 90                                         | 170     | 200    | 215    | 235    | 250    |
| 32           | 75                                         | 160     | 190    | 210    | 225    | 230    |

|               |      |      |      |       |       |       |
|---------------|------|------|------|-------|-------|-------|
| $\sum x_2$ :  | 2495 | 5095 | 6014 | 7195  | 7640  | 8175  |
| $\bar{x}_2$ : | 78   | 159  | 188  | 225   | 239   | 256   |
| $s_{m2}$ :    | 2,89 | 5,57 | 6,70 | 11,18 | 10,84 | 10,10 |

T a b e l l e 3 :

3-malige Touchierung mit Fluor-Lack und anschließende Lagerung (Einwirkungszeit) von jeweils 16 Stunden  
(Gesamteinwirkungszeit: 3 x 16 Stunden; N = 30)

| Präp.<br>Nr. | EXTINKTION bei 37° C und einer Ätzzeit von |         |        |        |        |        |
|--------------|--------------------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
|              | 0 Min                                      | 7,5 Min | 15 Min | 30 Min | 45 Min | 60 Min |
| 1            | 75                                         | 140     | 195    | 210    | 250    | 265    |
| 2            | 75                                         | 145     | 195    | 210    | 215    | 250    |
| 3            | 80                                         | 145     | 185    | 205    | 235    | 255    |
| 4            | 55                                         | 110     | 155    | 240    | 260    | 270    |
| 5            | 85                                         | 105     | 140    | 165    | 165    | 200    |
| 6            | 50                                         | 80      | 115    | 140    | 155    | 175    |
| 7            | 105                                        | 175     | 205    | 270    | 145    | 285    |
| 8            | 95                                         | 125     | 120    | 175    | 135    | 205    |
| 9            | 45                                         | 85      | 110    | 155    | 175    | 180    |
| 10           | 75                                         | 165     | 165    | 175    | 175    | 190    |
| 11           | 60                                         | 140     | 115    | 195    | 255    | 185    |
| 12           | 90                                         | 115     | 185    | 205    | 215    | 230    |
| 13           | 105                                        | 155     | 165    | 180    | 195    | 210    |
| 14           | 65                                         | 110     | 110    | 165    | 195    | 205    |
| 15           | 70                                         | 155     | 175    | 200    | 225    | 235    |
| 16           | 50                                         | 80      | 140    | 190    | 225    | 230    |
| 17           | 85                                         | 170     | 185    | 220    | 235    | 235    |
| 18           | 75                                         | 130     | 150    | 195    | 215    | 230    |
| 19           | 85                                         | 145     | 170    | 200    | 205    | 220    |
| 20           | 115                                        | 185     | 210    | 325    | 285    | 305    |
| 21           | 115                                        | 185     | 195    | 295    | 295    | 295    |
| 22           | 75                                         | 145     | 180    | 185    | 205    | 220    |
| 23           | 60                                         | 165     | 170    | 195    | 230    | 245    |
| 24           | 55                                         | 150     | 175    | 190    | 245    | 255    |
| 25           | 60                                         | 165     | 195    | 220    | 235    | 305    |
| 26           | 55                                         | 140     | 180    | 220    | 245    | 270    |
| 27           | 50                                         | 150     | 170    | 215    | 235    | 235    |
| 28           | 65                                         | 165     | 175    | 235    | 255    | 260    |
| 29           | 60                                         | 140     | 150    | 215    | 230    | 235    |
| 30           | 65                                         | 135     | 145    | 205    | 225    | 235    |
| $\sum x_3$   | : 2200                                     | 4200    | 4925   | 6195   | 6560   | 7115   |
| $\bar{x}_3$  | : 73                                       | 140     | 164    | 207    | 219    | 237    |
| $s_{m3}$     | : 3,57                                     | 5,22    | 5,31   | 7,06   | 7,04   | 6,44   |

### 3. Die Untersuchungsergebnisse

Die Tabellen 1 - 3 zeigen die einzelnen Meßergebnisse, die Mittelwerte und ihre Standardabweichungen für die einmal (Tabelle 1), zweimal (Tabelle 2) und für die dreimal (Tabelle 3) touchierten Zähne.

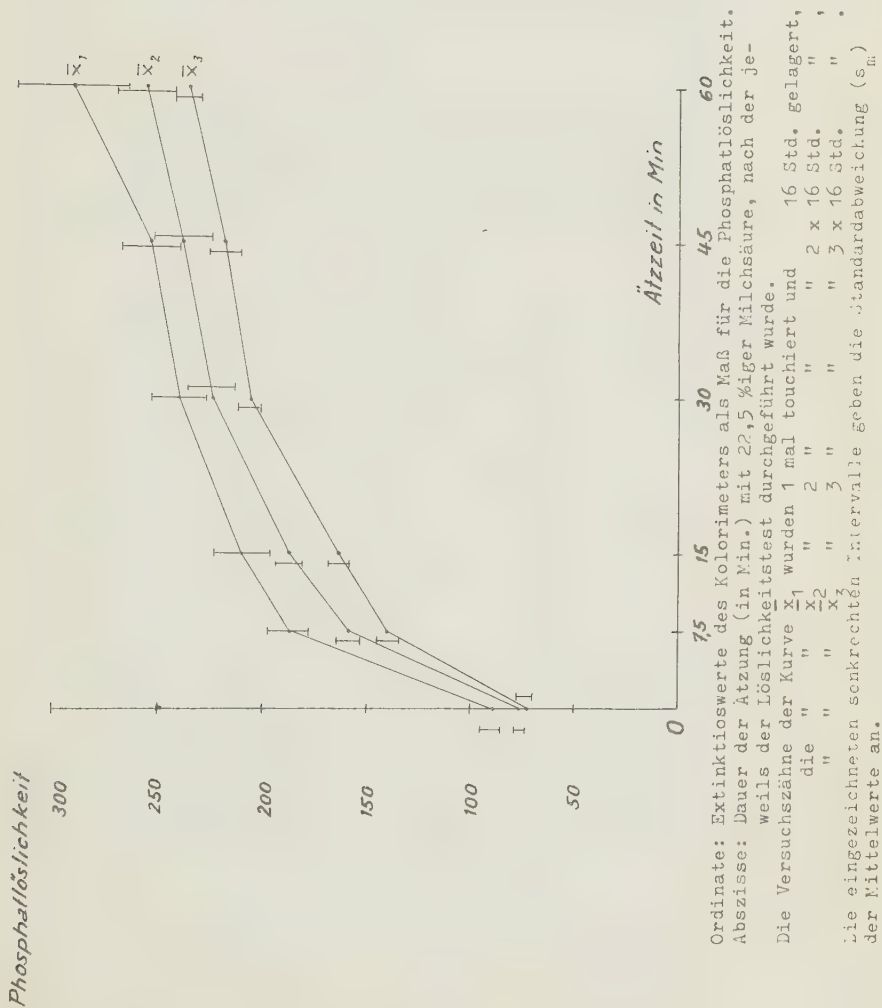
Aus diesen Tabellen entnehmen wir die Mittelwerte der drei Versuchsserien und trugen sie in das Diagramm der Abbildung 1 (Seite 19) ein. Die drei Kurven werden von je sechs Punkten bestimmt, entsprechend der Phosphatlöslichkeit (Extinktion) vor Beginn der Ätzung mit 22,5 %iger Milchsäure (0 Min.), nach 7,5 Min. Ätzzeit sowie weiter nach 15, 30, 45 und schließlich 60 Minuten Gesamtätzzeit.

Es zeigte sich, daß die Kurve der nur einmal touchierten Zähne am höchsten, die der dreimal touchierten am niedrigsten verläuft. Weiter fällt der ähnliche Verlauf der Kurven auf. Alle drei zeigen zunächst einen steilen und dann - mit Ausnahme der Kurve  $\bar{x}_1$  zwischen den Ätzzeiten 45 und 60 Minuten - einen ziemlich flachen Verlauf. Dieser Kurvenverlauf ist nicht etwa charakteristisch allein für fluoridierte Zähne, er ist auch typisch für nicht fluoridierten Zahnschmelz. Der steile Anstieg im ersten Teil der Kurven, sowohl bei nicht touchierten als auch bei fluoridierten Zähnen, erklärt sich nach SCHMIDT in der Schutzwirkung der anfangs noch glatten Zahnoberfläche und der Unversehrtheit des Schmelzoberhäutchens. Der zweite Schmelzlöslichkeitstest nach der Milchsäureätzung von 7,5 Min. zeigte jedoch, daß jetzt die glatte Zahnoberfläche von der Säure angegriffen und aufgeraut wurde, so daß dieser Schutz wegfällt, was sich bei unseren Zähnen (Abb. 1) in einer etwa doppelt so großen Phosphatlöslichkeit gegenüber der Anfangslöslichkeit (0 Min. Ätzzeit) auswirkte.

Von diesem Punkt an nehmen alle Kurven einen zunehmend flacheren Verlauf. So liegt die Zunahme der Phosphatlöslichkeit zwischen den Werten 7,5 und 15 sowie zwischen 15 und 30 Minuten bei allen drei Kurven noch jeweils bei durchschnittlich 15 %, während sie bei den Teilstücken 30 - 45 und 45 - 60 Minuten - mit Ausnahme der letzten Ätzzeit bei Kurve  $\bar{x}_1$  - nur noch einen durchschnittlichen Anstieg von je 6 % zeigt.

Nach der Aufgabenstellung für diese Arbeit interessierte besonders die Frage, welchen Einfluß eine wiederholte Touchierung auf die Löslichkeitsreduktion haben würde.

**Abbildung 1:** Schmelzlöslichkeit bei permanenten menschlichen Zähnen nach 1-, 2- und 3-maliger Touchierung mit Fluor-Lack und jeweils 16-stündiger Einwirkungszeit.



Aus Abbildung 1 ist zu entnehmen, daß die Kurven  $\bar{x}_2$  und  $\bar{x}_3$  niedriger liegen als die Kurve  $\bar{x}_1$ , d.h., daß die gelöste Phosphatmenge und damit die Schmelzlöslichkeit bei wiederholter Touchierung abnehmen. Die Abnahme konnten wir bei allen Meßpunkten feststellen.

Die Tabelle 4 gibt die gegenüber der Kurve  $\bar{x}_1$  bestehende Schmelzlöslichkeitsreduktion der beiden Kurven  $\bar{x}_2$  und  $\bar{x}_3$  bei gleicher Ätzzeit wieder.

Tabelle 4:

Verminderung der Schmelzlöslichkeit durch einmalige und durch zweimalige Wiederholung der Fluor-Lack-Behandlung im Vergleich zu einmal touchierten Zähnen.

(Kurve  $\bar{x}_2$  : 2mal touchiert; Kurve  $\bar{x}_3$ : 3mal touchiert)

| Ätzzeit | Kurve       | Löslichkeitsreduktion |
|---------|-------------|-----------------------|
| 0 Min.  | $\bar{x}_2$ | 13 %                  |
| 0 "     | $\bar{x}_3$ | 19 %                  |
| 7,5 "   | $\bar{x}_2$ | 16 %                  |
| 7,5 "   | $\bar{x}_3$ | 27 %                  |
| 15 "    | $\bar{x}_2$ | 11 %                  |
| 15 "    | $\bar{x}_3$ | 22 %                  |
| 30 "    | $\bar{x}_2$ | 7 %                   |
| 30 "    | $\bar{x}_3$ | 15 %                  |
| 45 "    | $\bar{x}_2$ | 6 %                   |
| 45 "    | $\bar{x}_3$ | 14 %                  |
| 60 "    | $\bar{x}_2$ | 12 %                  |
| 60 "    | $\bar{x}_3$ | 19 %                  |

Das Ergebnis einer mehrmaligen Touchierung mit Fluor-Lack zeigt sich also nicht nur in einer verstärkten Schutzwirkung an der Schmelzoberfläche, sondern auch in einer mit jeder Touchierung zunehmenden Steigerung der Widerstandsfähigkeit der tieferen Zonen.

Im einzelnen nimmt die Anfangslöslichkeit (0 Min. Ätzzeit) bei der Serie 2 um 13 %, bei der Serie 3 um 19 % gegenüber der Versuchsserie 1 ab. Dem Verlauf der Kurven nach ist der der Ätzzeit 7,5 Min. entsprechende Punkt anscheinend von besonderer Bedeutung. Hier ergibt sich eine Löslichkeitsreduktion von 16 % bei Serie 2 und eine solche von 27 % bei Serie 3 gegenüber der Serie 1. Die aus diesen Prozentzahlen sprechende Abnahme der gelösten Phosphatmenge ist ein Anzeichen für einen bei mehrmaliger Touchierung sich ergebenden gestreckteren Verlauf der Kurven.

Dieser Kurvenverlauf ist verständlich, wenn man berücksichtigt, daß Versuchszähne, die mit Fluor-Lack touchiert wurden, stets eine viel flacher verlaufende Ätzkurve ergeben als nicht fluoridierte Zähne (SCHMIDT). Die Dissertation BAUMGARTEN zeigt darüber hinaus, daß die Ätzkurve umso flacher (gestreckter) verläuft, je länger der Fluor-Lack einwirkte. Eine Intensivierung der Fluor-Lack-Wirkung führt demnach offensichtlich u.a. zu einer Verstärkung der Schutzwirkung nach einer Ätzzeit von 15 Minuten.

Unter Zugrundelegung der in Tabelle 4 angegebenen Prozentzahlen für die Abnahme der Phosphatlöslichkeit bei den einzelnen entsprechenden Ätzzeiten können wir gegenüber den einmal touchierten Zähnen eine durchschnittliche Schmelzlöslichkeitsreduktion nach 2maliger Touchierung und 2 x 16 Std. Lagerzeit von 11 % und nach 3maliger Touchierung und 3 x 16 Std. Lagerzeit von 19 % feststellen.

Tabelle 5 gibt die Signifikanzen der verglichenen Mittelwerte wieder.

Tabelle 5:

Signifikanzen der verglichenen Mittelwerte  
(P = Irrtumswahrscheinlichkeit)

Vergleich der Serie 1 mit der Serie 2:

Freiheitsgrad = 60

| Ätzzeit in Min.: | 0     | 7,5   | 15 | 30 | 45 | 60 |
|------------------|-------|-------|----|----|----|----|
| P :              | <0,02 | <0,01 | -- | -- | -- | -- |

Vergleich der Serie 1 mit der Serie 3:

Freiheitsgrad = 58

| Ätzzeit in Min.: | 0      | 7,5    | 15     | 30    | 45    | 60    |
|------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| P :              | <0,005 | <0,001 | <0,001 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |

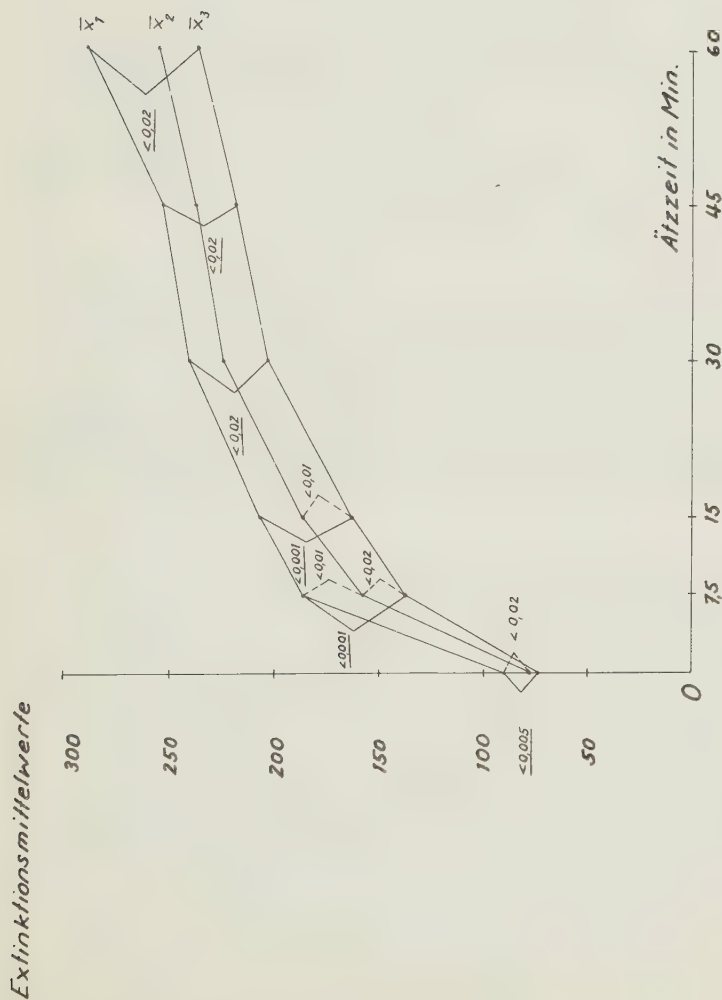
Vergleich der Serie 2 mit der Serie 3:

Freiheitsgrad = 60

| Ätzzeit in Min.: | 0  | 7,5   | 15    | 30 | 45 | 60 |
|------------------|----|-------|-------|----|----|----|
| P :              | -- | <0,02 | <0,01 | -- | -- | -- |

Die in Tabelle 5 aufgeführten Zahlen für die Irrtumswahrscheinlichkeit sind noch einmal in Abbildung 2 (Seite 23) graphisch dargestellt.

Abbildung 2: Irrtumswahrscheinlichkeiten  $P$ , dargestellt für die Ätzzeiten der Kurven  $\bar{x}_1$ ,  $\bar{x}_2$  und  $\bar{x}_3$ , bei denen signifikante Unterschiede ( $P < 0,05$ ) ermittelt werden konnten.



Die P-Werte der verglichenen Ätzzeiten von  $\bar{x}_1$  und  $\bar{x}_3$  sind zur besseren Unterscheidung unterstrichen.

Bei Betrachtung des Kurvendiagrammes der Abbildung 2 fällt auf, daß beim Vergleich der jeweils benachbarten Kurven nur bei einem Teil der den verschiedenen Ätzzeiten entsprechenden Punkten signifikante Unterschiede ermittelt werden konnten. So ergaben sich signifikante Differenzen zwischen den Serien 1 und 2 nur bei den Ätzzeiten 0 Min. und 7,5 Min., zwischen den Serien 2 und 3 bei den Punkten 7,5 und 15 Minuten.

Dagegen erzielten wir beim Vergleich der Kurven  $\bar{x}_1$  und  $\bar{x}_3$  in allen Punkten signifikante Unterschiede.

Der Unterschied im Kurvenverlauf zwischen  $\bar{x}_1$  und  $\bar{x}_2$  sowie zwischen  $\bar{x}_2$  und  $\bar{x}_3$  kann aber als gesichert angesehen werden, da

1. zwischen den jeweils benachbarten Kurven in zwei Punkten der Unterschied signifikant ist,
2. die vorhandenen Differenzen zwischen den verglichenen Extinktionsmittelwerten, d.h. den einzelnen, die jeweilige Kurve bestimmenden Punkten, sich durch den Gesamtverlauf der Kurven gegenseitig stützen und
3. die Kurve  $\bar{x}_2$  - entsprechend der Vorbehandlung der Zähne - zwischen den Kurven  $\bar{x}_1$  und  $\bar{x}_3$  verlaufen muß, deren Mittelwerte überall, z.T. hoch signifikante Unterschiede zeigen.

#### 4. Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Als Ergebnis dieser Arbeit konnten wir eine Steigerung der Schutzwirkung des Fluor-Lackes auf den Zahnschmelz nach mehrmaliger Touchierung und einer, jeder Touchierung folgenden Einwirkungszeit von 16 Stunden (Lagerung in Wasser von 37° C) feststellen.

Wie die nach den Zwischenätzungen von 7,5 , 15, 30, 45 und 60 Minuten durchgeführten Löslichkeitstests zeigten, ist aber nicht nur eine oberflächliche, sondern auch eine ausgesprochene Tiefenwirkung des Fluor-Lackes erzielt worden. Die drei Kurven der Abbildung 1 machen deutlich, daß bei mehrmaliger Touchierung und jeweils 16-stündiger Lagerung im Brutschrank bei 37° C eine weitere Minderung der Schmelzlöslichkeit sowohl an der Oberfläche und in den äußeren als auch in den tieferen Schmelzschichten bewirkt wird.

Durch Wiederholung der Touchierung (und wiederum einer anschließenden Haftdauer des Lackfilmes von 16 Stunden) wurde die Schmelzlöslichkeit gegenüber den nur einmal touchierten Zähnen um durchschnittlich 11 % vermindert. Durch eine zweite Wiederholungstouchierung konnten wir eine Gesamt- abnahme der Schmelzlöslichkeit von 19 % gegenüber der ersten Touchierung erreichen.

Aufgrund der Untersuchungen von BAUMGARTEN ist bei einmaliger Applikation die optimale Fluoridierungswirkung nach 16-stündiger Haftdauer des Fluor-Lackfilms praktisch erreicht, da dann das Fluordepot in der Lackschicht erschöpft ist. Nach einer dreimal so langen Lagerung in Wasser von 37° C, nämlich nach 48 Stunden, konnte er keine signifikante Löslichkeitsreduktion gegenüber seinen nur 16 Stunden gelagerten Versuchszähnen mehr nachweisen. Dagegen gelang es uns, durch zweimalige Wiederholung der Fluori-

dierung - nach jeweils 16 Stunden Lagerung in Wasser von 37° C - bei einer 48-stündigen Gesamteinwirkungszeit einen signifikanten Unterschied gegenüber der einmaligen Touchierung zu erreichen. Darüber hinaus ist eine Signifikanz bei zwei Kurvenpunkten bereits nach einmaliger Wiederholung vorhanden.

Die Steigerung der Schutzwirkung durch Wiederholung der Fluorlack-Behandlung drückt sich - wie schon erwähnt wurde - in einer Reduktion der Schmelzlöslichkeit von 11 % bei zweimaliger und von 19 % bei dreimaliger gegenüber einer nur einmaligen Touchierung aus. Aus der Dissertation von BAUMGARTEN entnehmen wir, daß nach einmaliger Fluoridierung die Phosphatlöslichkeit um rund 35 % gegenüber nicht fluoridierten Zähnen abnimmt. Daraus folgt, daß unter den Bedingungen des Versuchs die erste Touchierung wesentlich wirksamer ist als weitere Touchierungen.

Unsere Ergebnisse stehen im Einklang mit klinischen Versuchen von NEUMANN und RICKEN sowie mit Tierexperimenten von HEUSER und SCHMIDT, die zeigen, daß durch eine, innerhalb kurzer Zeit durchgeführte Wiederholung der Fluor-Lack-Touchierung eine Steigerung des karieshemmenden Effektes erreicht wird, wobei die Wirkung der Wiederholungstouchierung ebenfalls wesentlich schwächer ist als die der ersten Touchierung. Unsere Untersuchungsergebnisse lassen darüber hinaus erkennen, daß auch eine weitere Wiederholung (dreimalige Applikation) zu einer zusätzlichen Wirkungssteigerung führt.

Wir können daher aus unseren Untersuchungen folgern, daß es in kariesprophylaktischer Hinsicht durchaus sinnvoll ist, in kurzen Zeitabständen nochmals das Gebiß mit Fluor-Lack zu touchieren. Ein solches Vorgehen wäre vor allem bei stark kariesanfälligen Gebissen angezeigt. Die mehrmalige Touchierung ist aber insofern weniger wirtschaftlich, als jede weitere Applikation, die denselben Aufwand erfordert wie die erste, nur zu einer relativ geringen Wirkungssteigerung führt.

Es sei betont, daß die vorliegenden Versuchsergebnisse keinen Hinweis dafür geben, inwieweit Wiederholungstouchierungen eine Steigerung der kariesprophylaktischen Wirkung ergeben, wenn die Wiederholung längere Zeit auf die erste Touchierung erfolgt. Z.B. wegen der allmählichen Abnahme des Fluorgehaltes des Schmelzes und wegen des Durchbruchs von Zähnen, die bisher nicht fluoridiert werden konnten, ist eine Wiederholung der Touchierung dann besonders angezeigt.

## S c h l u ß

### 1. Zusammenfassung

Durch in-vitro-Untersuchungen sollte festgestellt werden, in welchem Ausmaß eine ein- bzw. zweimalige Wiederholung einer Langzeitfluoridierung des Zahnschmelzes nach dem kariesprophylaktischen Prinzip der Touchierung der Zähne mit Fluor-Lack die Schutzwirkung der einmaligen Touchierung zu steigern vermag.

Als Kriterium für die erzielte Schutzwirkung diente die Abnahme der Schmelzlöslichkeit gegenüber der Ätzung mit Milchsäure. Die quantitative Bestimmung des in Lösung gegangenen Schmelzes erfolgte dabei mit Hilfe der quantitativen Phosphatbestimmung (Molybdän-Blau-Reaktion).

Um die Tiefenwirkung festzustellen, wurde die Ätzung progressiv in mehreren Stufen vorgenommen. In drei Versuchsserien mit insgesamt 92 Zähnen führten wir so 552 Einzelmessungen durch, ermittelten daraus die Extinktionsmittelwerte für jede der fünf Ätzzeiten und stellten sie in Kurven graphisch dar. Dabei zeigte sich, daß die Schmelzlöslichkeitskurven niedriger lagen - d.h. eine größere Reduktion der Schmelzlöslichkeit nachweisbar war - je öfter wir touchiert hatten. Vergleiche der Zwischenätzzeiten bei den drei Kurven ergaben eine deutliche Verringerung der Phosphatlöslichkeit und einen zunehmend flacheren, d.h. gestreckteren Verlauf der Kurven bei mehrmaliger Touchierung, ein Zeichen dafür, daß nach der zweiten und dritten Touchierung u.a. eine stärkere Tiefenwirkung der Fluor-Ionen eingetreten war.

Der Durchschnitt der Schmelzlöslichkeitsreduktion der verglichenen Kurvenpunkte betrug bei zweimaliger Touchierung 11 %, bei dreimaliger 19 % im Vergleich zur einmaligen Touchierung.

Dieses Ergebnis bestätigt zwar die erwartete erhöhte Schutzwirkung nach mehrmaliger Touchierung, zeigt aber auch gleichzeitig, daß die durch Wiederholungstouchierungen erzielten weiteren Steigerungen der Säureresistenz des Schmelzes wesentlich geringer sind als die durch die erste Touchierung erreichte Wirkung.

## 2. Literaturverzeichnis

- 1) ARMSTRONG, W.D. : zitiert von W.A. JORDAN
- 2) BAUMGARTEN, H.-H. : In-vitro-Untersuchungen über die Löslichkeitsreduktion menschlichen Zahnschmelzes nach einmaliger Touxchierung mit einem fluoridhaltigen Kunststofflack in Abhängigkeit von der Haftdauer.  
Med. Dissertation Marburg 1966
- 3) BIBBY, B.G. : Use of Fluorine in Prevention of Dental Caries III. A Consideration of the Effectiveness of Various Fluoride Mixtures.  
Amer.Dent.Ass. 34, 26 ( 1947 )
- 4) BREITNER, W. : Verbesserung der Fluorwirkung durch vorhergehende Säurebehandlung der Oberfläche des Zahnschmelzes.  
STOMA 6, 229 ( 1953 )
- 5) BRUDEVOLD, F. : Dental Tissue Factors in Dental Caries.  
Dent.J. 12, 497 ( 1962 )
- 6) DEAN, H.T. : Amer.Ass.f.Adv.Sc.  
Publication 19, ( 1942 )
- 7) EULER, H. : zitiert von H. HEUSER: Klinik der Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten.  
2. Auflage Heidelberg 1963
- 8) HEUSER, H. und KESSLER, W. : Verminderung der Zahl von Neuerkrankungen an Zahnkaries durch Fluorpinselungen und Ammonium-Ion-haltige Zahnpflegemittel.  
Zahnärztl. Rundschau 61, 603 ( 1952 )
- 9) HEUSER, H. : Die Bedeutung des Speichels bei der kariesprophylaktischen Anwendung von Fluorpräparaten durch Touxchierung.  
Dtsch. Zahnärztl. Z. 12, 1345 ( 1957 )
- 10) HEUSER, H. : Zur Frage der Deckung von Schmelzdefekten durch lokale Fluorapplikation.  
Vortrag bei der F.D.I.-Tagung in Rom, 13.09.1957

- 11) HEUSER, H. : Experimentelle und klinische Untersuchungen zur Zahnschutzhärtung im Blickfeld der Reliefmikroskopie. STOMA 11, 88 ( 1958 )
- 12) HEUSER, H. : Zur Frage der Kariesprophylaxe durch Fluor.  
Dtsch. Zahnärztebl. 16, 419 ( 1962 )
- 13) HEUSER, H. und : Untersuchungen über die verschiedene  
SCHMIDT, H.F.M. Widerstandsfähigkeit der einzelnen  
lichtmikroskopischen Strukturbestand-  
teile des menschlichen Zahnschmelzes  
gegenüber Säuren.  
STOMA, 15, 1 ( 1962 )
- 14) HEUSER, H. : Klinik der Zahn-, Mund- und Kiefer-  
krankheiten, Zweite, verbesserte  
Auflage, 1963  
Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg
- 15) HEUSER, H. und : Die Wirkung des Kariesprophylaktikums  
SCHMIDT, H.F.M. Fluor-Lack im Tierversuch mit Albino-  
ratten.  
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferkkl.  
47, 133 ( 1966 )
- 16) HOFFMANN, U. : Zahnärztliche Reihenuntersuchungen bei  
Kasseler Schulkindern, sechs Jahre nach  
Beginn der Trinkwasserfluoridierung.  
Med. Dissertation Marburg 1961
- 17) JORDAN, W.A. : Anticaries Technics in Nonfluoride  
Areas: Topical Fluoride Treatment.  
J. Amer. dent. Ass. 60, 183 ( 1960 )
- 18) KESSLER, W. : Kariesprophylaxe durch Fluor.  
Zahnärztl. Rundsch. 62, 237 ( 1953 )
- 19) KNAPPWOST, A. : Grundlagen der Resistenztheorie der  
Karies mit einem Beitrag über die  
karieshemmende Wirkung peroraler  
Fluorgaben.  
Dtsch. Zahnärztl. Z. 7, 670 ( 1952 )
- 20) KNAPPWOST, A. : Zur Kenntnis der lokalen Fluorierung  
durch Fluoride, Fluosilikate und  
fluorierte Zahnpasten.  
Dtsch. Zahnärztl. Z. 7, 681 ( 1952 )

- 21) KNAPPWOST, A. und : Experimentelle Untersuchungen zur  
EFFINGER, A. Resistenztheorie der Karies.  
Dtsch. Zahnärztl. Z. 11, 669 ( 1956 )
- 22) KNAPPWOST, A. und : Über den Nachweis der Wirkung physio-  
ENTRESS, G. logischer Fluorgaben auf die repara-  
torische Leistung des Speichels mit  
radioaktivem Phosphat.  
Dtsch. Zahnärztl. Z. 12, 551 ( 1957 )
- 23) KÖNIG, K.G., : Anticaries Effect of Inorganic Fluo-  
MARTHALER, Th.M. u. rides and some Organic Fluorides in  
MÜHLEMANN, H.R. Albino Rats.  
Helv. Odont. Act. 1, 33 ( 1957 )
- 24) KÖNIG, K.G. : Kariesprophylaxe im jugendlichen  
Alter.  
Öst. Z. Stomatol. 59, 396 ( 1962 )
- 25) LEONHARDT, H. : Ergebnisse der Fluortablettenzufuhr  
bei Salzburger Schulkindern.  
Advances in Fluorine Research and  
Dental Caries Prevention.  
Volume 2 ORCA 1963. Pergamon Press  
1964
- 26) MARTHALER, Th. M. : Die Wirkung aminfluoridhaltiger Zahn-  
pasten auf den Karieszuwachs bei Kin-  
dern während drei Jahren unüberwach-  
ten Gebrauchs.  
Schweiz. Monatsschr. Zahnheilk.  
73, 390 ( 1963 )
- 27) MILLER : zitiert von H. HEUSER: Klinik der  
Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten.  
2. Auflage Heidelberg 1963
- 28) MÜHLEMANN, H.R., : Enamel Solubility Reduction with In-  
SCHMID, H. und organic and Organic Fluorides.  
KÖNIG, K.G. Helv. Odont. Act. I, 23 ( 1957 )
- 29) MÜHLEMANN, H.R. : Fortschritte mit Fluorzahnpasten?  
Schweiz. Zahnheilk. 37, 383 ( 1963 )
- 30) MÜHLER, J.C. und : Relation of pH to Effectiveness of  
DAY, H.G. Sodium Fluoride and Stannous Fluoride  
in Decreasing Enamel Solubility.  
J. dent. res. 31, 102 ( 1952 )

- 31) MÜHLER, J.C. und BÜTTNER, W. : The Effect of the Topical Application of Stannous Fluoride on Enamel Solubility when Pretreated with Sodium Fluoride.  
J. dent. res. 38, 1053 ( 1959 )
- 32) MÜHLER, J.C. : The Effect of Single Topical Application of Stannous Fluoride on the Incidence of Dental Caries in Adults.  
Journ. Dent. res. 37, 415 ( 1958 )
- 33) MÜHLER, J.C. : The Anticariogenic Effectiveness of Single Application of Stannous Fluoride in Children Residing in an Optimal Communal Fluoride Area.  
Journ. Americ. Dent. Assoc. 61, 431 ( 1960 )
- 34) NEUMANN, P. : Klinische Untersuchungen über die Reduktion der Zahnkaries bei Erwachsenen nach ein- und zweimaliger Touchierung mit einer Fluorid-Lack-Kombination mit neutralem pH-Wert.  
Med. Dissertation Marburg 1967
- 35) PERDOCK, W.G. : Die Aufnahme von Fluoriden durch Zahnschmelz.  
Schweiz. Monatsschr. f. Zahnheilk. 62, 249 ( 1952 )
- 36) PERDOCK, W.G. : Crystallographic Aspects of Calcification.  
Orca-Kongreß 1962, Sammelband 1963
- 37) RICKEN, R. : Untersuchungen über die Wirkung eines sauren pH-Wertes einer Fluorid-Lack-Mischung auf die Kariesreduktion im klinischen Versuch bei Erwachsenen.  
Med. Dissertation Marburg 1967
- 38) SCHMIDT, H.F.M. : Untersuchungen über die Tiefenwirkung fluoridhaltiger Lösungen am menschlichen Zahnschmelz.  
STOMA 14, 176 ( 1961 )
- 39) SCHMIDT, H.F.M. : Ein neues Touchierungsmittel mit besonders lang anhaltendem intensiven Fluoridierungseffekt.  
STOMA 17, 14 ( 1964 )

- 40) SCHMIDT, H.F.M. : In-vitro-Untersuchungen über die Herabsetzung der Löslichkeit menschlichen Zahnschmelzes durch Behandlung mit dem neuen Touchierungsmittel Fluor-Lack. Ein Vergleich mit einer 8 %igen Zinnfluoridlösung.  
STOMA 17, 185 ( 1964 )
- 41) SCHMIDT, H.F.M. : Das Ätz-Färbe-Verfahren, eine einfache Methode zur histologischen Darstellung der Oberflächen- und Tiefenwirkung lokal am Zahnschmelz angewandter Fluorpräparate.  
STOMA 18, 112 ( 1965 )
- 42) SCHÜTZMANNISKY, G. : 5-Jahres-Ergebnisse lokaler Fluorapplikation.  
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferkkl. 22, 166 ( 1955 )
- 43) STEIN, U. : Zahnärztliche Reihenuntersuchungen bei Kasseler Schulkindern, viereinhalb Jahre nach Beginn der Trinkwasserfluoridierung.  
Dissertation Marburg 1958
- 44) TORELL, P. : The Göteborg Studies of Methods for Applying Fluorides Topically.  
Advances in Fluorine Research and Dental Caries Prevention.  
Pergamon Press, Volume 3 ( 1965 )
- 45) WANNENMACHER, E. : Prophylaxe im Kauorgan, aber wie?  
Österr. Zeitschr. f. Stomatol. 60, 150 ( 1963 )
- 46) WIEGELMANN, F. : Oberflächenhistologische Untersuchungen zur Frage der Herabsetzung der Löslichkeitsgeschwindigkeit der Zahnhartsubstanz durch lokale Fluoridierung mit Cervin-Reogan.  
Med. Dissertation Marburg 1957

Meinem verehrten Lehrer,

Herrn Professor Dr.med. Dr.med.dent.habil. Hans H E U S E R  
danke ich für die Überlassung des Themas und die Übernahme  
des Referates.

Herrn Priv.Do. Dr.med.dent. H.F.M. S C H M I D T meinen  
herzlichen Dank für die freundliche Unterstützung und die  
wertvollen Hinweise bei der Anfertigung der Arbeit.



## L e b e n s l a u f

Am 17. Juni 1923 wurde ich, Kurt Andreas Ament, als einziges Kind des Kaufmanns Ferdinand Ament und seiner Ehefrau Martha, geborene Teichtweier in Lichtenfels in Oberfranken geboren. Dort besuchte ich von 1930 bis 1934 die evangelische Volksschule und von da ab bis 1939 die - damals fünfklassige - Realschule. Ab 1939 war ich Schüler der Oberrealschule (später "Oberschule für Jungen an der Kapuzinerstraße") in Bamberg, von der ich am 15. August 1941 bei meiner Einberufung als Offizieranwärter "die Reife zuerkannt" bekam.

Bei Kriegseinsätzen an der Ostfront, bei der Invasion in der Normandie und in Norddeutschland wurde ich - zuerst als Infanterist und später als Panzeroffizier - dreimal verwundet und im Sommer 1947 aus amerikanischer Kriegsgefangenschaft entlassen.

Bis zum Beginn meines Studiums arbeitete ich als Volontär in einem zahntechnischen Laboratorium in Lichtenfels. Im Januar 1948 heiratete ich, und im Sommersemester des gleichen Jahres nahm ich das Studium der Zahnheilkunde auf, zunächst an der Philosophisch-Theologischen Hochschule in Regensburg. Zum Sommersemester 1949 gelang es mir, mich in Erlangen zu immatrikulieren. Wegen des fehlenden Lateinnachweises und des 1941 zuerkannten "Notabiturs" mußte ich die Lateinprüfung nachholen und während zweier Semester allgemeinbildende, außerhalb der Fachrichtung liegende Vorlesungen besuchen und darüber Semestralprüfungen ablegen.

Schon seit Rückkehr aus der Gefangenschaft hatte ich mit meiner Frau geplant, nach Südwestafrika auszuwandern. Nach der mir von dort zugegangenen Auskunft, werde das deutsche

Staatsexamen nicht anerkannt. Vielmehr sei das Examen in Südafrika abzulegen. Als ich in Erlangen das Physikum bestanden und alle für das zahnmedizinische Studium vorgeschriebenen klinischen Vorlesungen, Übungen und Kurse absolviert hatte, wanderte ich mit meiner Frau im Juli 1952 nach Südwestafrika aus. Als ich nach einigen Jahren als Farmverwalter auf einer Großviehfarm, als Goldschmied, Eisenwarenhändler und Zahntechniker das für das nachzuholende Examen notwendige Geld erspart hatte, mußte ich zu meiner Enttäuschung erfahren, daß die damals von einem Bekannten eingeholte Auskunft falsch war und nicht nur das Examen, sondern das gesamte Studium von fünf Jahren nachzuholen war. Nachdem mein Studienbuch auch aus Australien und Neuseeland mit den gleichen negativen Ergebnissen zurückgekommen war, kehrten wir 1958 nach Deutschland zurück. Ich trat in die Bundeswehr ein, wo sich die mir gemachten Hoffnungen - zum Studium beurlaubt zu werden - nach mehreren abgelehnten Gesuchen erst im Jahre 1963 erfüllten. Bis dahin war ich bei der Artillerie, zuletzt als Hauptmann und Batteriechef in Mengerlinghausen/Waldeck.

Als ich endlich im Wintersemester 1963/64 zur Beendigung meines Studiums an der Philipps-Universität in Marburg vom Dienst freigestellt wurde, waren seit meiner Auswanderung über elf Jahre vergangen, so daß einige Semester der Wiederholung notwendig wurden.

Das Staatsexamen bestand ich am 09. Februar 1966; anschließend wurde ich als Stabsarzt (Z) in die Luftwaffe übernommen. Zunächst wurde ich im Bundeswehrlazarett Gießen, dann in der Zahnstation der Luftwaffensanitätsstaffel in Diepholz eingesetzt. Seit September 1967 bin ich als Leiter der Bundeswehrzahnstation in der Alfred - Delp-Kaserne in Donauwörth tätig.

Donauwörth, den 26. Juli 1968

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren  
und Dozenten:

- in Marburg : Dölle, Gedigk, Hennis, Hering, Heuser,  
Janke, Korb, Marx, Maurath, Pantke,  
Pflütz, Schiff, Schmid, Siegert, Siess,
- in Erlangen : Bauer, Bock, Denecke, Fischer, Hasselmann,  
Heim, Hohenner, Kaufmann, Knorr, Müller,  
Otremba, Paschke, Peter, Pfahler, v. Rimscha,  
Schöner, Schübel, Swart, Veith, Winklmaier
- in Regensburg: Grassmann, Heiss, Hofmann, Jahn, Kiesselbach,  
Kirch, Pfuhl, Stöckl





